

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

BYTOVÝ DŮM – VYBRANÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY

APARTMENT BUILDING – SELECTED DESIGN ELEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Doupovec

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Vojtěch Doupovec
Název	Bytový dům – vybrané konstrukční prvky
Vedoucí práce	Ing. Jan Perla
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Půdorysy a řezy objektu.

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-3 až 1-7)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1996-1-1: Navrhování zděných konstrukcí. Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

ČSN EN 1996-3: Navrhování zděných konstrukcí. Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího bakalářské práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Návrh vybraných konstrukčních prvků nízkopodlažního bytového domu – při návrhu bude respektováno dispoziční využití půdorysu vyššího podlaží a provedeno posouzení přetvoření stropní konstrukce s ohledem na celistvost vynášených výplňových konstrukcí. Při návrhu bude rovněž zohledněn požadavek na omezení šíření kročejového hluku konstrukcí a přerušení tepelných mostů u balkónů. Statický výpočet bude obsahovat i ověření účinků přibližnými metodami řešení.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic).

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady.

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1× na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

První část bakalářské práce řeší návrh vybraných nosných prvků bytového domu, jedná se o balkonovou konzolu, prefabrikované schodiště a stropní konstrukci nad typickým podlažím. Druhá část je věnována posouzení zděných stěn objektu. Výstupem jsou výkresy tvaru a výztuže těchto nosných prvků. Výpočty byly provedeny za pomoci programů SCIA Engineer 19.1, IDEA StatiCa a Microsoft Excel. Výkresová dokumentace byla zpracována CAD softwaru AutoCAD 2018 s grafickou nadstavbou RECOC.

KLÍČOVÁ SLOVA

Prefabrikát, schodiště, předpjaté stropní panely, zatížení, železobeton, dimenzování, posouzení, zdivo, vnitřní síly, výztuž, beton, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, balkon, tepelný most, kročejový hluk.

ABSTRACT

The first part of the bachelor's thesis deals with the design of selected load-bearing elements of an apartment building, it is a balcony console, a prefabricated staircase and a ceiling structure above a typical floor. The second part is devoted to the assessment of the masonry walls of the building. The output is drawings of the shape and reinforcement of these load-bearing elements. The calculations were performed using SCIA Engineer 19.1, IDEA StatiCa and Microsoft Excel. The drawing documentation was processed by CAD software AutoCAD 2018 with graphic superstructure RECOC.

KEYWORDS

Prefabricated, staircase, prestressed concrete floor slabs, loads, reinforced concrete, dimensioning, assessment, masonry, internal forces, reinforcement, concrete, ultimate limit state, serviceability limit state, balcony, thermal bridge, impact sound.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Vojtěch Doupovec *Bytový dům – vybrané konstrukční prvky*. Brno, 2020. 17 s., 102 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Bytový dům – vybrané konstrukční prvky* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Jeseníku dne 31. 5. 2020

Vojtěch Doupovec

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto chci poděkovat svému vedoucímu práce panu Ing. Janu Perlovi za ochotu vést moji bakalářskou práci, trpělivost, čas a za cenné rady a připomínky v průběhu zpracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu v průběhu mého dosavadního studia.

OBSAH

1.	ÚVOD.....	9
2.	POPIS OBJEKTU.....	9
2.1.	ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	9
2.2.	SVISLÉ KONSTRUKCE	9
2.3.	VODOROVNÉ KONSTRUKCE	10
2.4.	SCHODIŠTĚ	11
3.	ZATÍŽENÍ	13
4.	MATERIÁL.....	13
4.1.	BALKONOVÝ NOSNÍK.....	13
4.2.	SCHODIŠTĚ	14
5.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	15
5.1.	LITERATURA.....	15
5.2.	SOFTWARE	17
6.	SEZNAM PŘÍLOH.....	17

1. ÚVOD

Bakalářská práce řeší návrh vybraných nosných prvků bytového domu, jedná se o balkonovou konzolu, prefabrikované schodiště a stropní konstrukci nad typickým podlažím. Při návrhu byla respektována dispozice půdorysu typického podlaží a zohledněny varianty přerušení tepelných mostů u balkonů. Při návrhu prefabrikovaného schodiště byl kladen důraz na omezení šíření kročejového hluku. Projekt bytového domu je z roku 2000, v této době byly menší nároky na energetickou náročnost budov, tepelně-technické vlastnosti použitých materiálů a hygienické limity hluku. Z těchto důvodů byla projektové dokumentace upravená tak, aby vyhovovala současným požadavkům na stavby, úpravy se týkaly zejména změny skladeb konstrukcí, úprav rozměrů konstrukcí nebo řešení detailů.

2. POPIS OBJEKTU

Čtyřpodlažní bytový dům je navržen ze zděného konstrukčního systému, půdorys je obdélníkového tvaru o rozměrech 10,34x19,54 m. Stropní konstrukce je z železobetonových předpjatých stropních panelů. 1 NP je vyčleněno pro garáže a společné prostory pro obyvatele bytů, půdorys typického podlaží je ve 2NP, 3NP i podkroví totožný. V typickém podlaží se nachází tři bytové jednotky, které jsou ve struktuře 2+1, nebo 1+1.

2.1. ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Dle podkladů pro zpracování bakalářské práce je objekt založen na dvoustupňových základových pasech. První stupeň je navržen jako monolitický betonový pas šířky 800 a výšky 500 mm. Druhý stupeň šířky 400 a výšky 500 mm je navržen z tvarovek ztraceného bednění, které jsou vyplněny betonem a provázány vodorovnou výztuží. Základová deska je vybetonovaná na základových pasech a štěrkovém podsypu tl. 100 mm, posouzení základových konstrukcí není předmětem této bakalářské práce.

2.2. SVISLÉ KONSTRUKCE

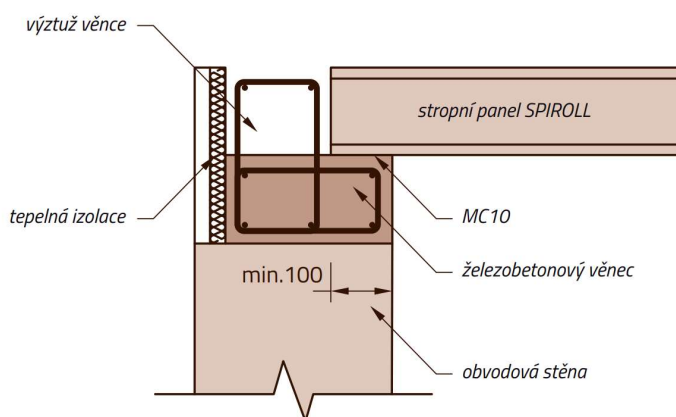
Tuhost konstrukčního systému objektu je zajištěna obvodovými a vnitřními nosnými stěnami. Pro obvodové stěny byly v původním projektu navrženy broušené keramické tepelně izolační bloky Keratherm 38 B, které ale svými tepelně-technickými parametry nesplňují požadavek na součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ dle [1], z tohoto důvodu bude zdivo dodatečně zatepleno

systémem ETICS. Vnitřní nosné stěny jsou provedeny z keramický bloků Keratherm tl. 300 mm, vnitřní nenosné stěny pak z keramických bloků Keratherm tl. 115 mm.

2.3. VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Jedná se o předpjaté stropní panely, překlady, železobetonové věnce a balkonové nosníky.

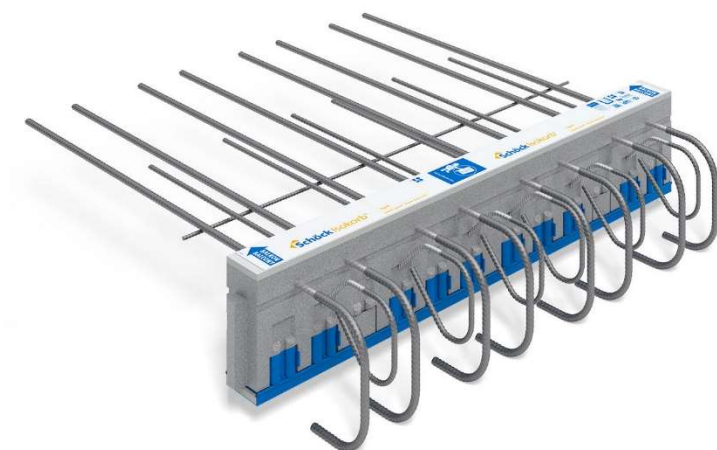
Předpjaté stropní panely jsou navrženy tloušťky 250 mm. Jejich návrh byl proveden podle [2], panely jsou uloženy na železobetonový věnec ve tvaru písmene „L“, šířka je 380 mm a výška 500 mm.



obr. 1: Uložení panelů na obvodovou stěnu

Překlady jsou použity typizované od firmy Porotherm, pro danou tloušťku zdiva a světlost otvoru je odpovídající typ překladu.

Navržený balkonový nosník z původní dokumentace byl upraven tak, aby jeho konstrukce splňovala tepelně technické parametry. Pro přerušení tepelných mostů mezi venkovním a vnitřním prostředím jsem zvolil nosný prvek Schöck Isokorb® T typ K-O s tloušťkou izolantu 80 mm. Je navržen tak, aby přenášel záporné ohybové momenty a kladné posouvající síly vyvozené zatížením působícím na balkonovou konstrukci.



obr. 2: Schöck Isokorb® T typ K-O

Balkonová deska je prostřednictvím Schöck Isokorb® T typ K-O propojena s železobetonovým průvlakem, který zároveň plní funkci překladu. Tato sestava průvlaku a balkonové desky bude vyráběna jako prefabrikát, bylo tedy nutné navrhnout úchyty pro přepravu a montáž na stavbě. Navrhl jsem přepravní úchyty s kulovou hlavou DEHA od výrobce HALFEN, ty se spolu s gumovou vynechávkou připevnění k bednění a po provedení betonáže se vynechávka odstraní a umožní uchycení závěsného prostředku a následnou manipulaci s prefabrikátem.

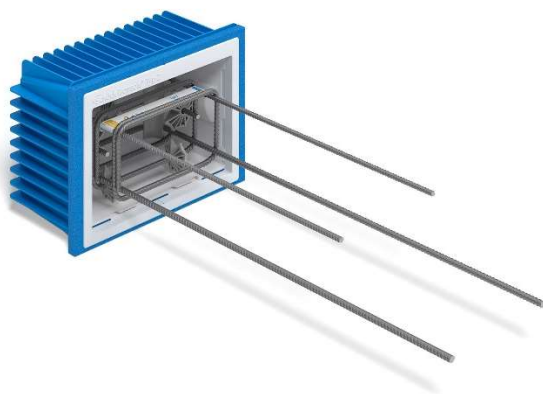


obr. 3: Přepravní úchyt s kulovou hlavou

2.4. SCHODIŠTĚ

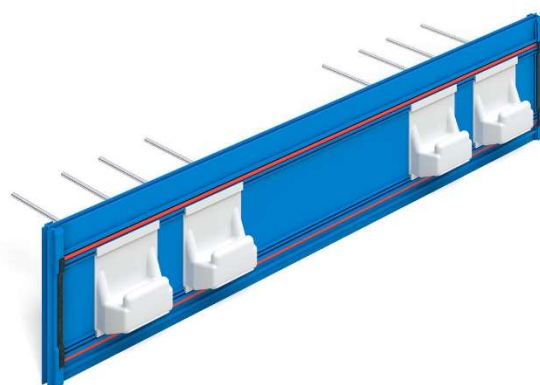
Jednou z částí zadání bakalářské práce byl návrh prefabrikovaného schodiště mezi 1 NP a 2 NP. Při návrhu byl kladen důraz na omezení šíření kročejového hluku. Pro prefabrikované schodiště jsem porovnal dvě varianty od výrobce Schöck-Wittek.

První variantou je použití nosného prvku Schöck Tronsole® typ Z určeného pro napojení mezipodesty a schodišťové stěny.



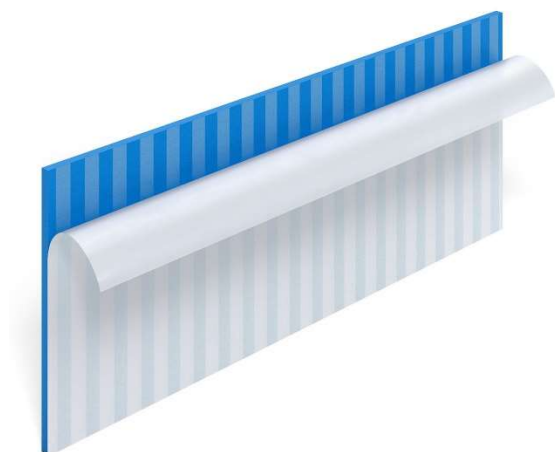
obr. 4: Schöck Tronsole® typ Z

Jelikož k přerušení přenosu hluku dochází u mezipodesty a schodišťové stěny, není nutné provádět plovoucí podlahu na mezipodestě, schodišťové rameno je v tomto případě na mezipodestu a podestu uloženo na ozub, nebo pomocí nosného prvku Schöck Tronsole® typ T. Napojení Schöck Tronsole® typ T je prováděno zabetonováním do podesty až po osazení schodišťového ramena, čímž dochází k mokrému procesu a prodloužení doby výstavby.



obr. 5: Schöck Tronsole® typ T

Jako druhá varianta je vytvoření prefabrikovaného schodišťového ramena, mezipodesty a podesty a jejich vzájemné uložení na ozub. Pro tento způsob napojení slouží nosný prvek Schöck Tronsole®, který odděluje ramena od podest, čímž se eliminuje riziko vzniku akustických mostů. Při tomto návrhu je nutné provádět plovoucí podlahu na mezipodestě, což vede ke zvýšení výšky podlahy. Nutností je zamezení přenosu hluku mezi schodišťovou stěnou a schodišťovým ramenem, k tomu slouží prvek Schöck Tronsole® typ L, který se vkládá do mezery mezi stěnou a ramenem.



obr. 6: Schöck Tronsole® typ L

Hlavní výhodou je omezení mokrého procesu a urychlení výstavby, jelikož jsou veškeré části schodiště prefabrikované. Pro můj návrh jsem zvolil variantu dva.

3. ZATÍŽENÍ

Jednotlivé zatěžovací stavy použité pro dimenzování jsou blíže uvedeny ve statickém výpočtu. U prefabrikovaných konstrukcí byly zohledněny zatěžovací stadia v průběhu výroby, dopravy a montáže.

4. MATERIÁL

4.1. BALKONOVÝ NOSNÍK

BETON C40/50

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti betonu	$\gamma_c = 1,5$
Návrhová válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 26,67 \text{ MPa}$
Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku	$f_{ctm} = 3,50 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 35 \text{ GPa}$
Limitní přetvoření betonu v tlaku	$\varepsilon_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$

OCEL B 500B

Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
---	----------------------------

Dílčí součinitel betonářské výztuže	$\gamma_s = 1,15$
Návrhová mez kluzu betonářské výztuže	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonářské oceli	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Přetvoření výztuže po dosažení meze kluzu	$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$

4.2. SCHODIŠTĚ

BETON C30/37

Charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti betonu	$\gamma_c = 1,5$
Návrhová válcová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = 20,00 \text{ MPa}$
Průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku	$f_{ctm} = 2,90 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonu	$E_{cm} = 31 \text{ GPa}$
Limitní přetvoření betonu v tlaku	$\varepsilon_{cu3} = 3,50 \text{ ‰}$

OCEL B 500B

Charakteristická mez kluzu betonářské výztuže	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel betonářské výztuže	$\gamma_s = 1,15$
Návrhová mez kluzu betonářské výztuže	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
Modul pružnosti betonářské oceli	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Přetvoření výztuže po dosažení meze kluzu	$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$

5. ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je statický výpočet, který obsahuje návrh a posouzení jednotlivých nosných prvků na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Další část tvoří výkresová dokumentace v podobě výkresů výztuže, tvarů, skladby konstrukce a výkresů věnců se záhlvkovou výztuží. Schodiště a balkonový nosníky byly navrženy jako prefabrikované, bylo tedy nutné ve statickém výpočtu zohlednit chování a zatížená konstrukce jak v provozním stádiu, tak při výrobě, dopravě a montáži. Součástí statického výpočtu prefabrikovaných konstrukcí je návrh systému přepravních úchytů, ve své bakalářské práci jsem zvolil systém DEHA od výrobce HALFEN. Dále bylo posouzeno zdivo z keramických tepelně izolačních bloků Keratherm, a to v 1NP a 3NP, při posouzení navrženého nosného obvodového zdivo vyšla dostatečná rezerva

v únosnosti, v 1NP okolo 75 % a v podkroví, kde jsem předpokládal snížení únosnosti vlivem menšího přetížení zdiva, byla rezerva 96 %. Posouzení a návrh byl proveden podle platných norem.

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

6.1. LITERATURA

- [1] ČSN 73 1201. Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010
- [2] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004
- [3] ČSN EN 1991-1-3 ed.2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [4] ČSN EN 1991-1-1 ed.2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [5] ČSN EN 1991-1-1 ed.2. Změna Z1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011
- [6] ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [7] UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA SPIROLL [online]. Brno, 2017 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: https://www.prefa.cz/wp-content/uploads/2016/06/PREFA_Prirucka_SPIROLL_2017_WEB-1-1.pdf
- [8] Schöck Isokorb® T typ K-O [online]. 2019 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/isokorb-t-typ-k-o>
- [9] Schöck Isokorb® T typ K-O [online]. 2019 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/tronsole-typ-f>
- [10] DAHA systém přepravních úchytů s kulovou hlavou [online]. 2018 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.halfen.com/cz/1918/katalogy/?category=9>
- [11] Zdící materiály Keratherm [online]. 2012 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: http://media.tondach.cz/userfiles/file/pdf/ke-stazeni/tondach-zdici-materialy-09_12.pdf

- [12] Schöck Isokorb® T typ K-O [online]. 2019 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/tronsole-typ-l>
- [13] Detail styku stropu s vnější stěnou [online]. 2019 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <https://www.wcp.cz/CadDetaily/00087/A10a.3%20%20Porotherm%2038%20T%20Profi%20-%20Styk%20stropu%20s%20vn%C4%9Bj%C5%A1%C3%AD%20st%C4%9Bnou.pdf>
- [14] ČSN EN 1996-1-1+A1. Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [15] HANZLOVÁ, Hana a Jiří ŠMEJKAL. Betonové a zděné konstrukce 1: základy navrhování betonových konstrukcí. 2. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06508-2.
- [16] ZICH, Miloš a Zdeněk P. BAŽANT. Montované betonové konstrukce. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2018. ISBN 978-80-7204-983-7.
- [17] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [18] BAŽANT Z., ČÍRTEK L., ŠTĚPÁNEK P.: Betonové konstrukce II – modul M05. Vyd. Brno 1: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 66 s.
- [19] BAŽANT Z., ČÍRTEK L., ŠTĚPÁNEK P.: Betonové konstrukce II – modul M06. Vyd. Brno 1: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 56 s.
- [20] BAŽANT Z., ČÍRTEK L., ŠTĚPÁNEK P.: Betonové konstrukce II – modul M07. Vyd. Brno 1: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 23 s.
- [21] Jeneš, R., Podroužková, B.: Zděné konstrukce M01, Základy navrhování, (studijní opora v elektronické podobě), FAST, Brno, 2005
- [22] Jeneš, R., Podroužková, B.: Zděné konstrukce MS2, Haly, Vícepodlažní budovy, (studijní opora v elektronické podobě), FAST, Brno, 2005
- [23] Jeneš, R., Podroužková, B.: Zděné konstrukce MS4, Vodorovné konstrukce, Klenby, (studijní opora v elektronické podobě), FAST, Brno, 2005
- [24] BROUKALOVÁ, Iva a Pavel KOŠATKA. Navrhování zděných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1996. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-02-2.

6.2. SOFTWARE

SCIA Engineer 19.1

IDEA StatiCa

AutoCAD 2018

RECOC

Microsoft Word

Microsoft Excel

7. SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady

P1.1 Výkresová dokumentace bytového domu

P1.1.1 Půdorys vstupního podlaží

P1.1.2 Půdorys 1. patra

P1.1.3 Půdorys 2. patra

P1.1.4 Půdorys podkroví

P1.1.5 Řez A–A

P1.2 Podklady od výrobců

P1.2.1 Schöck Isokorb® T typ K-O

P1.2.2 Schöck Tronsole® typ F

P1.2.3 Schöck Tronsole® typ L

P1.2.4 Uživatelská příručka Spiroll

P1.2.5 DEHA systém přepravních úchytů s kulovou hlavou

P1.2.6 Zdicí materiály Keratherm

P1.2.7 Detail styku stropu s vnější stěnou

P2. Výkresy tvaru a výztuže

P2.1 Skladba stropu a schodiště nad 2NP

P2.2 Věnce a zálivková výztuž nad 2NP

P2.3 Balkonový nosník B1 – tvar

P2.4 Balkonový nosník B1 – výztuž

P2.5 Schodišťové rameno S1 – tvar

P2.6 Schodišťové rameno S1 – výztuž

P2.7 Mezipodesta P1 – tvar

P2.8 Mezipodesta P1 – výztuž

P2.9 Schodišťové rameno S2 – tvar

P2.10 Schodišťové rameno S2 – výztuž

P2.11 Podesta P2 – tvar

P2.12 Podesta P2 – výztuž

P3. Statický výpočet